第 3 講　2024 年度 追試験

■演習問題

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

H　1.0　　C　12　　N　14　　O　16　　S　32

第 1 問　次の問いに答えよ。

問 1　アンモニア NH_3 と水素イオン H^+ がアンモニウムイオン NH_4^+ をつくるとき，結合に使われるものとして最も適当なものを，次の ①～④ のうちから一つ選べ。 [1]

① 自由電子　② 共有電子対　③ 非共有電子対　④ 不対電子

問 2　元素 M（原子量 70）の単体の密度は，ある条件下で 5.95g/cm^3 であった。その 1.0cm^3 には何個の M 原子が含まれているか。その数値を有効数字 2 桁の次の形式で表すとき，[2] と [3] に当てはまる数字を，後の ①～⓪ のうちから一つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。なお，アボガドロ定数は 6.0×10^{23}/mol とする。

[2] . [3] $\times 10^{22}$ 個

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⓪ 0

問 3　およそ 0.1mol/L の酢酸水溶液と塩酸の濃度をそれぞれ正確に求めるために，0.100mol/L の水酸化ナトリウム水溶液と pH 指示薬を用いて中和滴定を行うことにした。指示薬 X と Y の変色域の pH の範囲がそれぞれ 3.1～4.4 と 8.0～9.8 であるとき，酸の水溶液と指示薬の組合せとして酸の濃度を**正確に求められないもの**はどれか。最も適当なものを，次の ①～④ のうちから一つ選べ。 **4**

	酸の水溶液	指示薬
①	酢酸水溶液	X
②	酢酸水溶液	Y
③	塩　酸	X
④	塩　酸	Y

問 4　酸化還元反応である化学反応式はどれか。最も適当なものを，次の ①～④ のうちから一つ選べ。 **5**

① $2\,H_2O_2 \longrightarrow 2\,H_2O + O_2$

② $AgNO_3 + NaCl \longrightarrow NaNO_3 + AgCl$

③ $HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4Cl$

④ $Ca(OH)_2 \longrightarrow CaO + H_2O$

問 5　硝酸カリウム KNO_3 50g，酸化鉄（Ⅲ）Fe_2O_3 10g，ナフタレン 10g からなる混合物 **X** がある。**X** から各物質を固体で取り出すために，図 2 に示すように **X** を 60℃の水 100g に加えてかき混ぜて，その後**操作**Ⅰ～Ⅲを適切な温度に変化させながら行った。**操作**ⅡとⅢの分離方法の組合せとして最も適当なものを，後の ①～⑥ のうちから一つ選べ。なお，**X** に含まれる物質の溶解度を表 1 に示す。 6

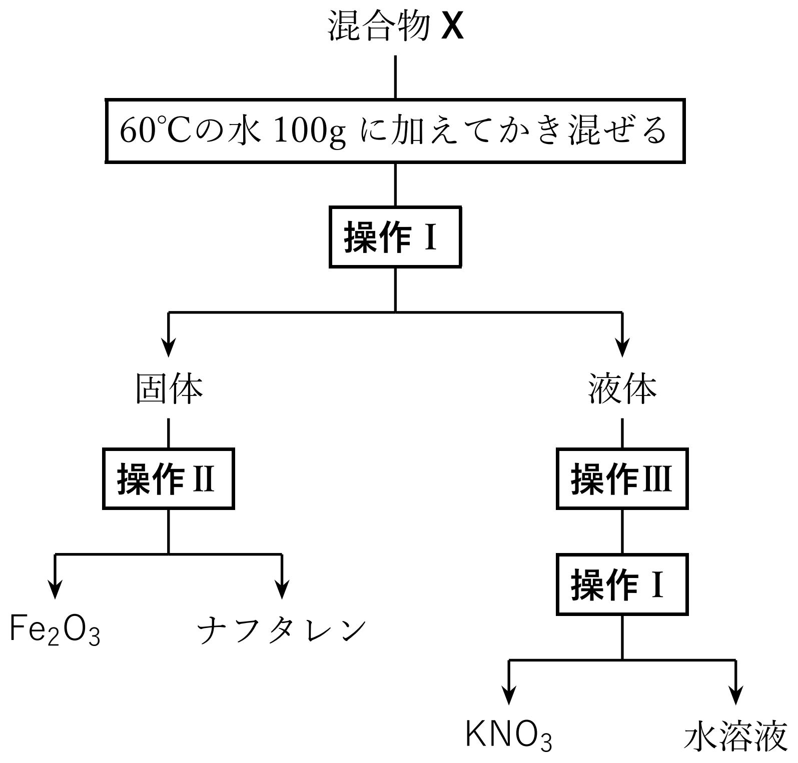


図 2　混合物 **X** から物質を分離するための操作手順

表 1　**X** に含まれる物質の溶解度

	20℃での溶解度（g/100g 水）	60℃での溶解度（g/100g 水）
Fe_2O_3	不溶	不溶
ナフタレン	2.8×10^{-3}	1.3×10^{-2}
KNO_3	31.6	109

	操作Ⅱ	**操作Ⅲ**
①	ろ過	再結晶
②	再結晶	ろ過
③	ろ過	昇華法（昇華）
④	昇華法（昇華）	ろ過
⑤	再結晶	昇華法（昇華）
⑥	昇華法（昇華）	再結晶

問 6　単体の硫黄 S は，式（1）と（2）の反応で生成させることができる。まず硫化水素 H_2S を酸素 O_2 中で燃焼させ，式 (1) に従って二酸化硫黄 SO_2 を生成させる。次に H_2S と式 (1) で生成した SO_2 を，式 (2) に従って反応させる。

$$2\,H_2S + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,SO_2 + 2\,H_2O \quad (1)$$

$$2\,H_2S + SO_2 \longrightarrow 3\,S + 2\,H_2O \quad (2)$$

ここで， H_2S の全物質量を 3.0mol とする。このうち x(mol) の H_2S を式 (1) の反応に従ってすべて SO_2 に変化させる。次に，この SO_2 と残りの $(3.0 - x)$(mol) の H_2S を用いて式 (2) の反応を行う。

x を 0 から 1.0mol まで変化させると生成する S の物質量は，図 3 に示すようになる。x を 0 から 3.0mol まで変化させたときに生成する S の物質量を表すグラフとして最も適当なものを，後の ① ～ ⑤ のうちから一つ選べ。ただし，式 (1) および (2) 以外の反応は起こらないものとする。 **7**

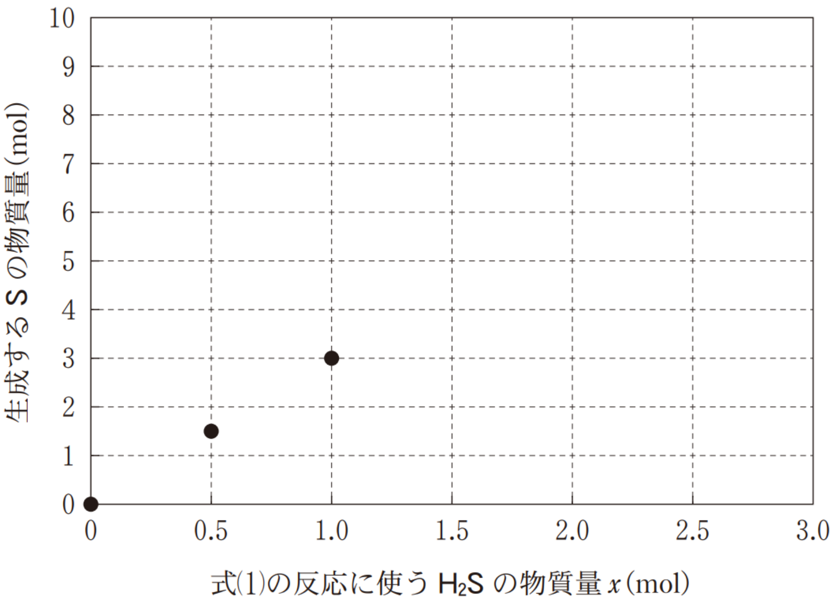
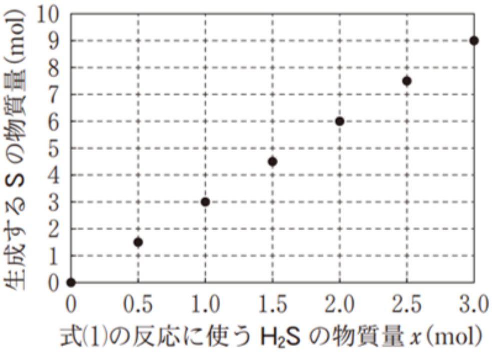
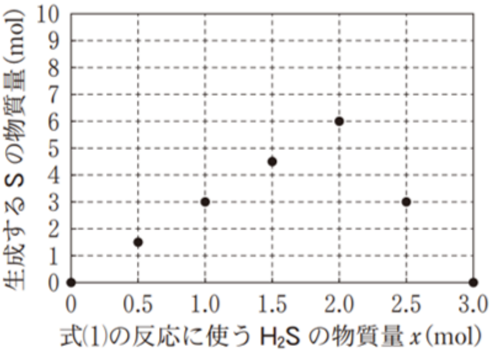


図 3　式 (1) の反応に使う H_2S の物質量 x と
生成する S の物質量の関係

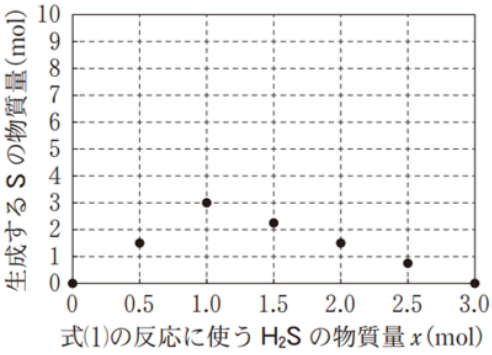
①



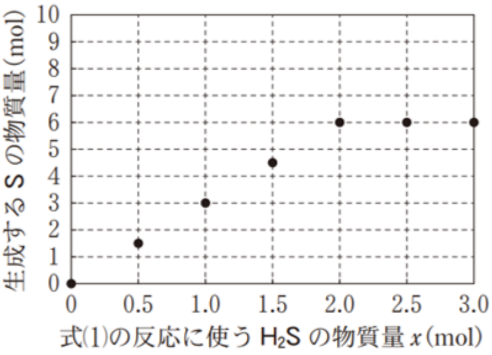
②



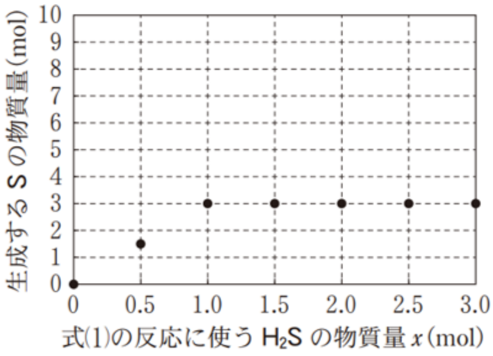
③



④



⑤



（2024 年 大学入学共通テスト 追試験 抜粋）

第 2 問　次の文章を読み，後の問いに答えよ。

身のまわりにある物質は，さまざまな pH の値を示す。純水 H_2O の pH の値は 25℃で 7 であるが，大気中の二酸化炭素 CO_2 が溶け込んだ水の pH の値は約 5.6 になる。これは，式 (1) のように電離して水素イオン H^+ と炭酸水素イオン HCO_3^- が生じるためである。

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H^+ + HCO_3^- \qquad (1)$$

大気には CO_2 の他にも微量の酸や塩基，塩(えん)などが含まれており，それらが溶け込むと雨水の pH は変化する。

問 1　次の問い (**a**・**b**) に答えよ。

a　身のまわりにある牛乳，食酢，セッケン水を pH の値が小さい順に並べたものはどれか。最も適当なものを，次の ① ～ ⑥ のうちから一つ選べ。 **1**

① 牛乳　＜食酢　＜セッケン水
② 牛乳　＜セッケン水　＜食酢
③ 食酢　＜牛乳　＜セッケン水
④ 食酢　＜セッケン水　＜牛乳
⑤ セッケン水　＜牛乳　＜食酢
⑥ セッケン水　＜食酢　＜牛乳

b　CO_2 が溶け込んだ 25℃の水に，塩化水素 HCl 水溶液（塩酸）や水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えて，pH の値を調整した水溶液 **A** 中では，CO_2 と HCO_3^- の物質量の和に対するそれぞれの物質量の存在割合は，図 1 のようになる。**A** に関する記述として**誤りを含むもの**はどれか。最も適当なものを，後の ① ～ ④ のうちから一つ選べ。

なお，HCO_3^- の電離は無視することができる。また，塩化物イオン Cl^- やナトリウムイオン Na^+ は式 (1) の電離には影響しないものとする。 **2**

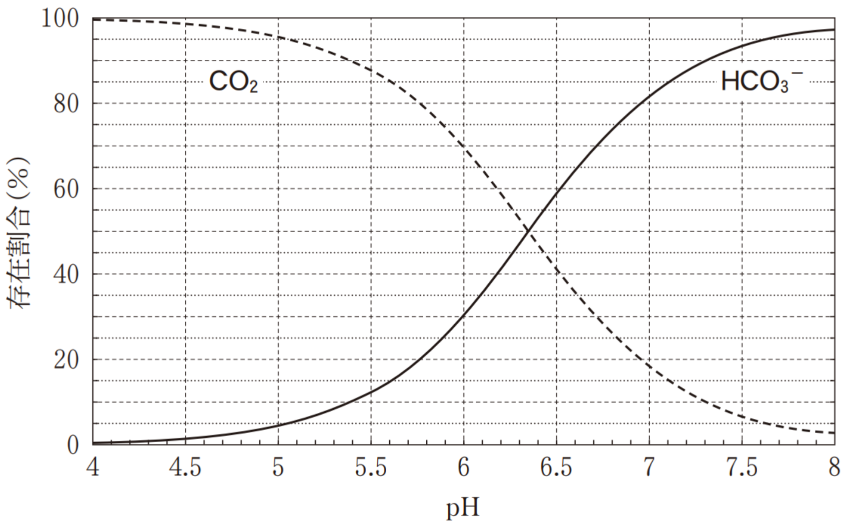


図 1　水溶液 **A** における CO_2 と HCO_3^- の物質量の和に対する CO_2（破線）と HCO_3^-（実線）の物質量の存在割合と pH の関係

① **A** の pH の値が 4.0 のとき，HCO_3^- の存在割合は 5%未満である。

② **A** の pH の値が 6.3 のとき，CO_2 と HCO_3^- の物質量はほぼ等しくなる。

③ **A** の pH の値が 6.8 のとき，HCO_3^- の物質量は CO_2 の物質量より少ない。

④ **A** の pH の値が 8.0 のとき，HCO_3^- の存在割合は 95%を超える。

問 2　高校生の K さんのクラスでは，探究活動の一環として，雨の降った同じ日に九つの班に分かれて学校内のグラウンド，駐車場，中庭で採取した雨水の pH を調べる実験を行った。第 3 班に所属する K さんの**報告書**を次に示す。後の問い（**a**・**b**）に答えよ。

報告書：雨水の pH 測定

報告書作成日：2023 年○月△日
実験日：2023 年○月▽日　天気：曇りのち雨　気温：26℃
第 3 班　報告者：　K　（共同実験者：　L，M，N）
採取場所：本校のグラウンド

【目的】 雨水の pH の値を測定し，二酸化炭素が溶け込んだ水の pH（約 5.6）と比較する。他の班から報告された測定結果と比べて，雨水の pH が本校敷地内の採取場所により異なるか調べる。

【準備した物】 pH メーター，温度計，純粋な水（純水），雨水を採取する容器（ビーカー），スポイト，純水で表面を洗浄して乾かしておいたビニールシート

【操作】

（時刻）

13:05　雨が降りそうになったので，ビニールシートを敷いた。

13:10　雨が降りはじめたので，ビニールシートの上に (A)純水で内側を洗浄して乾かしておいたビーカーを置き，雨水の採取をはじめた。

14:10　1 時間たったので雨水の採取を終え，温度計を (B)雨水の一部で洗浄し雨水でぬれたまま，雨水の温度を測定した。そのビーカーを実験室に運んだ。

14:15　スポイトの内部を (C) 雨水で洗浄した。

14:17　純水で洗浄した pH メーターの電極に (D) 純水が残ったまま，スポイトから雨水をたらして pH の値を測定した。

報告書：雨水の pH 測定（続き）

【結果】 雨水の温度　25℃　　pH=5.25
他の班から報告された測定結果との比較（雨水の温度は全ての班で 25℃）

班	1	2	3	4	5	6	7	8	9
採取場所	本校のグラウンド			本校の駐車場			本校の中庭		
pH の値	4.83	4.91	5.25	4.81	4.95	4.84	4.87	5	4.83

【考察】
私たちの班（第 3 班）の測定結果の pH=5.25 は，他の班の pH の値よりも約 0.2〜0.4 大きかった。この違いは **【操作】** に原因があるのではないかと考えられる。
すべての班の pH の測定結果が 5.6 よりも小さいことから，この雨水には CO_2 以外のものが含まれている可能性があると考えられる。
本校内の 3 か所で採取した雨水の pH を測定したが，私たちの班以外では pH の値に大きな差はみられなかった。空気中には，雨水の pH の値に影響を与える CO_2 以外の物質が存在すると考えられるが，雨水を採取した 3 か所では同程度に雨水の pH の値に影響を与えた。今後は，雨水の採取場所をさらに変えて実験を行いたい。

a　この**報告書**に記載された内容で，**適切ではないもの**はどれか。最も適当なものを，次の ① ～ ④ のうちから一つ選べ。 **3**

① 雨水を採取した日の天気と気温を記載した。
② 各班で得られた測定結果を比較するために，雨水を採取した場所を記載した。
③ 第 8 班から報告された pH の値は 5.00 だったので 5 と記載した。
④ 結果に対する考察を記載した。

b　K さんは pH の値が他の班と比べて大きいのは，操作に原因があると考察した。原因と考えられるのは，**報告書**の**【操作】**の下線部 (A)～(D) のうちどれか。最も適当なものを，次の ① ～ ④ のうちから一つ選べ。 [4]

① (A)　　② (B)　　③ (C)　　④ (D)

問 3　雨水の pH の値を小さくする原因としてさまざまな物質が知られている。そのうち，人間の活動によって発生するいくつかの物質については，大気中への排出量を減らすための方法が利用されている。次の問い（**a**・**b**）に答えよ。

a　ボイラーの使用時に発生するガスには二酸化硫黄 SO_2 が含まれることがある。それを除くために，式 (2) で表されるように SO_2 を水酸化マグネシウム $Mg(OH)_2$ および酸素 O_2 と反応させて硫酸マグネシウム $MgSO_4$ と H_2O に変化させる方法が用いられている。

$$\boxed{\text{ア}}\ SO_2 + \boxed{\text{イ}}\ Mg(OH)_2 + O_2 \longrightarrow \boxed{\text{ウ}}\ MgSO_4 + 2\,H_2O \qquad (2)$$

式 (2) の係数 [ア] ～ [ウ] に当てはまる数字を，後の ① ～ ⑨ のうちから一つずつ選べ。ただし，係数が 1 の場合は ① を選ぶこと。同じものを繰り返し選んでもよい。

ア [5]　**イ** [6]　**ウ** [7]

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

b　火力発電所などで発生する一酸化窒素 NO を除くためには，アンモニア NH_3 , O_2 と触媒を使って， NO を窒素 N_2 と H_2O に変化させる方法があり，式 (3) で表される。

$$4\,NO + 4\,NH_3 + O_2 \longrightarrow 4\,N_2 + 6\,H_2O \qquad (3)$$

式 (3) の反応により H_2O が 270kg 生成した。このとき，除くことができた NO の質量は何 kg か。最も適当な数値を，次の ① ～ ④ のうちから一つ選べ。 **8** kg

① 300　　② 450　　③ 600　　④ 675

(2024 年 大学入学共通テスト 追試験)

第 3 講　2024 年度　追試験　解答

■ 2024 年度 追試験

問題番号	設問	解答番号	正解
第 1 問	1	1	3
	2	2	5
		3	1
	3	4	1
	4	5	1
	5	6	6
	6	7	3

■ 2024 年度 追試験

問題番号	設問	解答番号	正解
第 2 問	1	1	3
		2	3
	2	3	3
		4	4
	3	5	2
		6	2
		7	2
		8	1